

Библиографический список

1. Комаров В.А., Пересылкин В.П., Иванова Е.А. и др. Автоматизация проектирования авиационных конструкций на базе МКЭ. САПР РИПАК / Куйбышев. авиац. ин-т. Куйбышев. 1984. 174 с. Деп. в ВИНИТИ 6.07.84г. № 3709-84 Деп. (Библ. указ. ВИНИТИ "Депонированные рукописи" № 10, 1984. 6/0 470).

2. Машинные методы проектирования летательных аппаратов. Библиографический список. М.: ОНТИ ЦАГИ, 1977. 57 с.

УДК 681.3:629.7.052

В.М.Анисимов, А.Н.Коптев

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРЕДПРИЯТИЯМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На основе анализа эволюции систем автоматизации проектирования (САПР) вскрыт ряд проблем, препятствующих их высокоэффективному применению. Для нового поколения САПР изделий электротехнической промышленности предложена концептуальная модель предметной области, которая обладает широкими возможностями и представляется весьма перспективной.

Опыт создания технического, программного и информационного обеспечения САПР в мировой практике, проблемы взаимосвязи САПР с текущим функционированием и перспективами развития предприятия, анализ экономических и финансовых вопросов, человеческого фактора (психологические и физиологические барьеры) позволяют говорить о необходимости нового подхода, связанного с концепцией искусственного интеллекта.

Классические методы, используемые в САПР, уже практически достигли предельных возможностей ЭВМ. В этой области можно ожидать некоторого прогресса, но его границы уже определены и нельзя рассчитывать на технологический взлет для дальнейшего развития САПР. Все это требует создания нового поколения подходов. Это новое поколение начинается с создания экспертных систем, которые являются альтернативой систематическим алгоритмам, активно развиваемым в САПР.

Динамические процессы в установках ЛА. Самара, 1994.

Отличие методов, используемых в САПР, от интеллектуального процесса проектирования проявляется в теоретической области. Программы САПР материализуют строго определенный детерминированный алгоритм, которому следуют, чтобы получить решение. Проектировщик, как правило, работает так не всегда, его устремления к решению более расплывчаты. Он использует эвристически весь ранее накопленный опыт, а алгоритмическое приближение к решению — всего лишь точное воспроизведение принятого им приемлемого решения. Такой метод не может воспроизводиться классическими программами САПР.

В первую очередь решения требуют задачи проектирования прототипов таких устройств, как генераторов, стартеров, сложной аппаратуры регулирования, управления и защиты, так как их нельзя полностью описать программами САПР, поскольку алгоритм не способен учесть всю их сложность. Простое включение всех принимаемых во внимание случаев приводит к сложным и нереализуемым программам. Существовало мнение, что эти задачи являются прерогативой человека и их нельзя доверить ЭВМ. Однако необходимость учета большого числа переменных превышает возможности человеческого разума; принимаемые решения часто заслуживают критики, а в сложных случаях их невозможно найти. Разработчику в этой области необходима помощь, и ЭВМ может стать адекватным партнером. При этом возникает ряд теоретических и методических проблем:

1) при описании задачи анализа адекватности данных алгоритмические методы часто бессильны, в то время как эвристические методы открывают новые возможности, т.е. автоматическое определение адекватности данных очень сложная, а иногда и неразрешимая задача;

2) в методическом плане САПР разрабатывалась автономно в рамках каждой дисциплины. Следствием этого является то, что существующие программные средства неупорядочены с точки зрения их совместимости;

3) разрастание и эволюция программных средств может привести к неустойчивости САПР;

4) программы в действительности часто скрывают используемые модели и необходимо слепо верить документации;

5) необходимо также подчеркнуть некоторые осложнения с исчезновением промежуточных действий при проектировании.

Рассмотрим перспективы, которые дает реализация системы искусственного интеллекта в ускорении цикла проектирования с целью замены дорогостоящего натурального эксперимента вычислительным, а также в получении изделий более высокого качества.

Перечисленные цели могут быть достигнуты путем реализации тандемной (гибридной) архитектуры системы искусственного интеллекта, в

которой экспертная система тесно взаимодействует с математической моделью и алгоритмом. При этом экспертная система решает часть задач, трудноразрешимых в САПР, таких как обработку входных данных, генерирования ограничений, получения решений и их оценивания.

Экспертные системы характеризуются, прежде всего, четким разделением данных, специальных знаний, методик решения задач.

В отличие от классической структуры, где для доступа к поставленной задаче или методам решений необходимо вмешательство в программу, в новой структуре программа решения больше не монолитна. В ней отделяются две совокупности: специальные знания, которые обеспечиваются совокупностью правил, соблюдаемых объектом в процессе проектирования, и общая стратегия решения, материализующая действия, метод, эвристику, которые позволяют строить решения путем связывания правил, заложенных в специальных знаниях.

Специальные знания образуются базой знаний, объединяющей совокупность правил, которым должен подчиняться объект в процессе проектирования и которые имеют различную природу:

- ограничения, обусловленные нормами;
- ограничения, обусловленные процессами производства;
- ограничения, обусловленные использованием устройств;
- экономические ограничения;
- характер поведения;

эвристические правила, которые отражают специальные знания или ход мыслей проектировщика.

Эти различные правила в явном виде содержатся в базе знаний и не зависят от используемой стратегии. Они составляют ядро САПР, которое постепенно обогащается приобретаемым опытом.

Существенной характеристикой экспертных систем является использование непрямых алгоритмических методов решения. Решения всегда достигаются применением специальных знаний: с одной стороны, правила частной конструкции из класса проектируемых объектов, что составляет официальную часть специальных знаний, с другой — эвристических правил, которые должны привести к решению, что составляет методическую часть специальных знаний. Применение эвристических правил реализуется единой программой, правилами вывода.

В рассматриваемой нами области (проектирование автомобильных генераторов) использование экспертных систем значительно расширяет возможности классических САПР. Предлагаемая тандемная схема системы состоит из двух различных подсистем, первая из которых — экспертная система, а вторая включает модель с алгоритмом. Выбор этой схемы систе-

мы связан с возможностью реализации нескольких режимов работы.

Успешная разработка законченной системы интегрированного автоматизированного проектирования зависит от многих факторов. Создание прикладной теории представлений является одним из них. При этом представление будем определять как множество соглашений об описании вещей. Цель состоит в том, чтобы описание целого класса объектов и процессов их создания, рассматриваемых в рамках точного формализма, использовалось в качестве концептуальной основы для проектирования нового объекта с заданными свойствами.

Теория проектируемого объекта базируется на следующих принципах: объект строится из простых стандартных блоков — знаков или образующих. В качестве таких элементов будут выступать абстрактные символы, множества, отношения или функции.

Задав эти элементы (образующие), мы будем настаивать на введении определенных правил, ограничивающих способы их соединения между собой. Эти правила приводят к типичным регулярностям объектов и представляют их комбинаторную структуру.

Регулярные объекты, получаемые на базе соединений с учетом ограничений, являются абстрактными конструкциями, не обязательно наблюдаемыми во всех деталях, т.е. в них выделяются главные аспекты создаваемого объекта, например, температурные поля, электростатическое и магнитостатические поля и др. Результаты наблюдения, соответствующие некоторому множеству регулярных конфигураций, которые могут быть идентифицированы конструктором, назовем формальным объектом. Полученное описание может быть точным настолько, насколько хорошо исследователь или заказчик знают свой объект.

Предлагаемая стратегия представления является областью структурного моделирования, поэтому рассмотрим представление, базирующееся на комбинаторной концепции, учитывающей наблюдаемость и реалистичность.

Введем основные понятия и определения.

Элементы, используемые для построения конфигураций и формальных объектов, назовем образующими или первичными элементами. Множество образующих элементов будем обозначать через A , символом для отдельного первичного элемента будет служить $a, a \in A$.

Образующие элементы являются носителями информации, и так как они имеют значение неких первичных высказываний, то иногда мы будем называть их знаками.

Множество всех первичных элементов A состоит из непересекающихся классов этих элементов $A^\alpha, A^\alpha \in A$, где α — общий индекс, индекс класса образующих элементов,

$$A = U A^\alpha, A^\alpha \quad - \text{непересекающиеся классы.} \quad (1)$$

Интерпретация этого разбиения состоит в том, что образующие элементы, сходные качественно, будут относиться к одному классу.

Первичные элементы — это простейшие объекты, некоторые стандартные блоки. Они обладают определенными свойствами.

Мы считаем первичные элементы неделимыми объектами, однако образующие в нашем случае допускают разбиение на более мелкие единицы, т.е. вполне естественно изделия, являющиеся на некотором этапе формального описания объектами, считать первичными элементами в формализме более высокого уровня.

Предлагаемая комбинаторная теория объектов предусматривает структурное объединение стандартных блоков — первичных элементов — в конфигурации.

Конфигурацию будем определять составом и структурой. Две конфигурации считаются идентичными только в том случае, если и их составы и их структуры совпадают.

Для выделения класса регулярных или допустимых конфигураций воспользуемся двумя способами. Так, из всего множества конфигураций выделяем удовлетворяющие набору заданных ограничений, т.е. определение регулярных конфигураций через ограничения. Второй способ выделения регулярных конфигураций базируется на построении заданного множества, определенного правилом порождения.

Выбор того или иного способа определения регулярных конфигураций является вопросом договоренности, но тем не менее в любом варианте мы должны ввести систему правил и ограничений P , определяющую, какие конфигурации следует считать регулярными.

При этом будем говорить, что при заданном множестве первичных элементов и двух системах P_1 и P_2 структурная сложность конфигураций, регулярных в смысле P_1 , больше структурной сложности конфигураций, регулярных в смысле P_2 , если

$$G(P_1) \supset G(P_2). \quad (2)$$

Кроме понятия структурной сложности мы будем также использовать термин "количественная сложность конфигурации K , принадлежащей заданному множеству регулярных конфигураций $G(P)$, имея в виду просто число первичных элементов, входящих в конфигурацию K .

Состав конечной конфигурации K будем определять как

$$\text{Состав}(K) = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad (3)$$

где правая часть представляет собой просто некоторое множество, абсолютно неструктурированное.

Структура конфигурации представляет собой множество соединений, существующих между всеми или некоторыми связями первичных элементов, входящих в ее состав. При этом будем рассматривать не все возможные множества соединений \mathcal{G} , но лишь определенный класс. Множество всех допустимых множеств соединений \mathcal{G} будем называть типом соединений конфигураций в рассматриваемом множестве регулярных конфигураций $G(P)$.

В заключение введем в предлагаемую теорию наблюдаемость. Две различные конфигурации k и k' из $G(P)$ необязательно будут восприняты наблюдателем как различные. Последнее может зависеть или не зависеть от способа получения информации о конфигурациях наблюдателем и от способа обработки информации. Формализуем это обстоятельство посредством правила идентификации R , при помощи которого указывается, каким образом наблюдатель может различать конфигурации.

Предлагаемый в работе формализм является обещающим направлением. Сложные решения, принимаемые в обстановке интегрированного автоматизированного проектирования, которые должны быть промоделированы перед выполнением проекта, требуют такого подхода. Описанный формализм представления имеет мощные способности в части моделирования и имитации и может быть непосредственно включен в интегрированную систему созданию новых образцов энергоузлов. Одновременно следует заметить, что этот формализм должен быть дополнен формализмом преобразований.

УДК 629.7

В.Н.Матвеев, П.Ф.Мусаткин, А.А.Исчитаёло

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ЛОПАТОК НА КОЭФФИЦИЕНТ СКОРОСТИ СОПЛОВОГО ЛОПАТОЧНОГО ВЕНЦА ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЙ МИКРОТУРБИНЫ

Рассматриваются результаты исследования влияния относительной высоты лопаток ступени турбины на уровень коэффициента скорости соплового аппарата в наиболее характерных диапазонах чисел Маха и Рейнольдса.

Экспериментальные исследования лопаточных венцов турбин ГТД показывают, что с уменьшением высоты лопаток происходит увеличение

Динамические процессы в установках ЛА. Самара, 1994.